

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-098204

(43)Date of publication of application : 03.04.2003

(51)Int.Cl.

G01R 29/08
H04B 10/00
H04B 10/04
H04B 10/06
H04B 10/142
H04B 10/152

(21)Application number : 2001-295121

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 26.09.2001

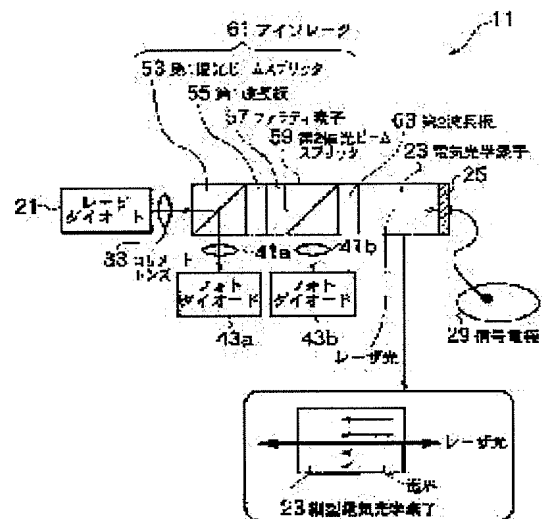
(72)Inventor : SHINAGAWA MITSURU
KURAKI OKU

(54) FIELD DETECTING OPTICAL DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a field detecting optical device used in a transceiver for a wearable computer without a wire, not radio-transmitting and basically independent of earth ground, and used for precisely performing data communication by an electric field.

SOLUTION: The field induced and transmitted to a field transfer medium is connected to an electro-optic element 23 through a first electrode 25, thereby changing the polarization state of parallel light entering the electro-optic element 23 from a laser diode 21 through a collimator lens 33 and an isolator 61, and reflected by the first electrode 25 to return to the isolator 61, separating parallel light emitted from the electro-optical element 23 into P-wave and S-wave by the isolator 61 to be converted to the intensity change of light, and converting the P-wave and S-wave to electric signals by a first and second photo diodes 43a, 43b to electric signals and outputting the same.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-98204

(P2003-98204A)

(43) 公開日 平成15年4月3日 (2003.4.3)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード*(参考)

G 0 1 R 29/08

G 0 1 R 29/08

F 5 K 0 0 2

H 0 4 B 10/00

H 0 4 B 9/00

Z

10/04

L

10/06

10/142

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2001-295121(P2001-295121)

(22) 出願日

平成13年9月26日 (2001.9.26)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 品川 満

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 久良木 億

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外1名)

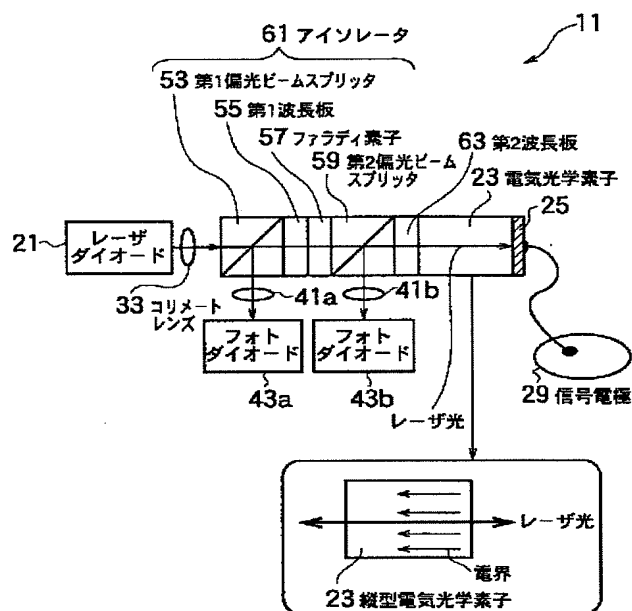
Fターム(参考) 5K002 AA02 AA05 BA02 CA14 GA07

(54) 【発明の名称】 電界検出光学装置

(57) 【要約】

【課題】 電線を必要とせず、無線でもなく、また大地グラウンドにも基本的には依存せずにウェアラブルコンピュータ用のトランシーバに使用され、電界を用いてデータ通信を適確に行うために使用される電界検出光学装置を提供する。

【解決手段】 電界伝達媒体に誘起されて伝達されてくる電界を第1の電極25を介して電気光学素子23に結合させることにより、この電気光学素子23に対してレーザダイオード21からコリメートレンズ33、アイソレータ61を介して入射し、第1の電極25で反射してアイソレータ61に戻る平行光の偏光状態を変化させ、この電気光学素子23から出射した平行光をアイソレータ61でP波とS波に分離して光の強度変化に変換し、P波およびS波を第1、第2のフォトダイオード43a、43bで電気信号に変換して出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電界伝達媒体に誘起されて伝達されてくる電界を検出して電気信号に変換する電界検出光学装置であって、

単一波長の光を発生する光源と、

この光源からの光を平行光にするコリメートレンズと、
該コリメートレンズからの平行光を入射され、かつ結合される電界に感応して光学特性が変化する電気光学素子と、

該電気光学素子の前記平行光の入射する端面に対向する他方の端面に設けられ、前記平行光を入射方向と逆方向に反射するとともに、電界伝達媒体に誘起された電界を前記電気光学素子に結合させるための第 1 の電極と、
前記コリメートレンズと電気光学素子との間に設けられ、コリメートレンズからの平行光を通過させて電気光学素子に入射させ、第 1 の電極で反射され、電気光学素子から出射する平行光を P 波と S 波に分離し、光の強度変化に変換するアイソレータと、
該アイソレータで分離された P 波および S 波のうち少なくとも一方を電気信号に変換する第 1 の光電気変換手段とを有することを特徴とする電界検出光学装置。

【請求項 2】 前記アイソレータは、
前記コリメートレンズからの平行光を通過させるとともに、電気光学素子からの反射光から P 波または S 波を分離して光の強度変化に変換する第 1 の検光子と、
該第 1 の検光子を通過したコリメートレンズからの平行光および電気光学素子からの反射光の偏光状態を調整する第 1 の波長板と、
該第 1 の波長板で偏光状態を調整された平行光および電気光学素子からの反射光の偏光面を回転させるファラディ素子と、
該ファラディ素子と電気光学素子との間に設けられ、ファラディ素子からの平行光を電気光学素子に通過させるとともに、電気光学素子からの反射光から S 波または P 波を分離して光の強度変化に変換する第 2 の検光子とを有することを特徴とする請求項 1 記載の電界検出光学装置。

【請求項 3】 前記第 1 および第 2 の検光子は、偏光ビームスプリッタであることを特徴とする請求項 2 記載の電界検出光学装置。

【請求項 4】 前記アイソレータと電気光学素子との間に設けられ、平行光の偏光状態を調整する第 2 の波長板、および前記アイソレータで分離された P 波および S 波のうちの他方を電気信号に変換する第 2 の光電気変換手段のうち少なくとも 1 つ以上を有することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の電界検出光学装置。

【請求項 5】 前記電気光学素子の側面に設けられ、前記第 1 の電極に対してグランド電極として機能する第 2 の電極を更に有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載の電界検出光学装置。

【請求項 6】 前記第 1 の電極が設けられている前記他方の端面に対向する一方の端面である平行光の入射端面に設けられ、前記第 1 の電極に対してグランド電極として機能し、平行光を透過させ得る透明な第 2 の電極を更に有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載の電界検出光学装置。

【請求項 7】 電界伝達媒体に誘起されて伝達されてくる電界を検出して電気信号に変換する電界検出光学装置であって、

単一波長の光を発生する光源と、

この光源からの光を平行光にするコリメートレンズと、
該コリメートレンズからの平行光を入射され、かつ結合される電界に感応して光学特性が変化する電気光学素子と、

該電気光学素子の前記平行光の入射する端面または該入射端面に対向する端面の一方に設けられ、電界伝達媒体に誘起された電界を前記電気光学素子に結合させるとともに、平行光を透過させ得る透明な第 1 の電極と、
前記電気光学素子を通過した平行光を P 波と S 波に分離し、光の強度変化に変換する検光子と、
該検光子で分離された P 波および S 波のうち少なくとも一方を電気信号に変換する第 1 の光電気変換手段とを有することを特徴とする電界検出光学装置。

【請求項 8】 電界伝達媒体に誘起されて伝達されてくる電界を検出して電気信号に変換する電界検出光学装置であって、

単一波長の光を発生する光源と、

この光源からの光を平行光にするコリメートレンズと、
該コリメートレンズからの前記平行光を入射され、多重反射させて出射するとともに、結合される電界に感応して光学特性が変化する電気光学素子と、

該電気光学素子の前記平行光の入射する端面または該入射端面に対向する端面の一方に設けられ、電界伝達媒体に誘起された電界を電気光学素子に結合させるための第 1 の電極と、
前記電気光学素子より出射した平行光を P 波と S 波に分離しかつ光の強度変化に変換する検光子と、
該検光子で分離された P 波および S 波のうち少なくとも一方を電気信号に変換する第 1 の光電気変換手段とを有することを特徴とする電界検出光学装置。

【請求項 9】 前記コリメートレンズと電気光学素子との間に設けられ、コリメートレンズからの平行光の偏光状態を調整する第 1 の波長板、
前記電気光学素子の平行光の入射する端面または該入射端面に対向する端面の他方に設けられ、前記第 1 の電極に対してグランド電極として機能する第 2 の電極、
前記電気光学素子と検光子との間に設けられ、電気光学素子を通過した平行光の偏光状態を調整する第 2 の波長板、および前記検光子で分離された P 波および S 波のうちの他方を電気信号に変換する第 2 の光電気変換手段の

うち少なくとも1つ以上を更に有することを特徴とする請求項7または8記載の電界検出光学装置。

【請求項10】 前記検光子は、偏光ビームスプリッタであることを特徴とする請求項7乃至9のいずれか1つに記載の電界検出光学装置。

【請求項11】 前記光源は、単一波長光を発生する発光ダイオードまたはレーザ光を発生するレーザ光源であることを特徴とする請求項1乃至10のいずれか1つに記載の電界検出光学装置。

【請求項12】 前記電気光学素子の対向しない2つの側面は、前記平行光の進行方向に対して斜め加工を施されて形成された傾斜部を有することを特徴とする請求項1乃至11のいずれか1つに記載の電界検出光学装置。

【請求項13】 前記電気光学素子は、前記平行光の進行方向と平行な電界またはほぼ平行な電界に感応して光学特性が変化することを特徴とする請求項1乃至12のいずれか1つに記載の電界検出光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばウェアラブルコンピュータ（身体につけるコンピュータ）間のデータ通信のために使用されるトランシーバにおいて送信情報に基づいて生体である電界伝達媒体に誘起されて伝達されてくる電界を検出して電気信号に変換する電界検出光学装置に関する。

【0002】

【従来の技術】携帯端末の小型化および高性能化によりウェアラブルコンピュータが注目されてきているが、図8はこのようなウェアラブルコンピュータを人間に装着して使用する場合の例を示している。同図に示すように、ウェアラブルコンピュータ1はそれぞれトランシーバ3を介して人間の腕、肩、胴体などに装着されて互いにデータの送受信を行うとともに、更に手足の先端に取り付けられたトランシーバ3a、3bを介して外部に設けられたパソコン（PC）5とケーブルを介して通信を行うようになっている。

【0003】このようなウェアラブルコンピュータの実用化のためには、ウェアラブルコンピュータ間のデータ通信方式が非常に重要であるが、従来、このようなウェアラブルコンピュータ間のデータ通信は、上述したようにウェアラブルコンピュータ1に接続されたトランシーバ間をデータ線とグラウンド線の2本の電線で接続して有線通信で行う方法、トランシーバ間を無線で接続して無線通信で行う方法、および生体を信号線とし、生体が接触している大地グラウンドをグラウンド線として利用した2線でデータの送受信を行う方法（PAN: Personal Area Network, IBMSYSTEMS JOURNAL, Vol. 35, NOS. 3&4, pp. 609-617, 1996参照）などがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来技術のう

ち、有線通信方法は、トランシーバ間を2線の電線で接続する必要があるため、離れたウェアラブルコンピュータ間や複数のウェアラブルコンピュータ間でデータの送受信を行う場合には、電線を体中に引き回さなければならず、実用的でないという問題がある。

【0005】また、無線通信方法は、無線周波数とパワーによっては近くに存在する他のシステムと混信する恐れがあるという問題がある。

【0006】更に、生体を信号経路として利用する通信方法は、一般的にウェアラブルコンピュータを上半身に取り付けるものが多いと考えられるが、例えばウェアラブルコンピュータのトランシーバを大地グラウンドから離れた頭部などに配置した場合には、通信が不可能になり、実用上大きな問題がある。

【0007】本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、電線を必要とせず、無線でもなく、また大地グラウンドにも基本的には依存せずにウェアラブルコンピュータ用のトランシーバに使用され、電界を用いてデータ通信を適確に行うために使用される電界検出光学装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1記載の本発明は、電界伝達媒体に誘起されて伝達されてくる電界を検出して電気信号に変換する電界検出光学装置であって、単一波長の光を発生する光源と、この光源からの光を平行光にするコリメートレンズと、該コリメートレンズからの平行光を入射され、かつ結合される電界に感応して光学特性が変化する電気光学素子と、該電気光学素子の前記平行光の入射する端面に対向する他方の端面に設けられ、前記平行光を入射方向と逆方向に反射するとともに、電界伝達媒体に誘起された電界を前記電気光学素子に結合させるための第1の電極と、前記コリメートレンズと電気光学素子との間に設けられ、コリメートレンズからの平行光を通過させて電気光学素子に入射させ、第1の電極で反射され、電気光学素子から出射する平行光をP波とS波に分離し、光の強度変化に変換するアイソレータと、該アイソレータで分離されたP波およびS波のうち少なくとも一方を電気信号に変換する第1の光電気変換手段とを有することを要旨とする。

【0009】請求項1記載の本発明にあつては、電界伝達媒体に誘起されて伝達されてくる電界を第1の電極を介して電気光学素子に結合させ、この電気光学素子に対して平行光を入射し反射膜で反射させ、この電気光学素子から出射した平行光をアイソレータでP波とS波に分離して光の強度変化に変換し、P波およびS波のうち少なくとも一方を電気信号に変換して出力するので、例えばウェアラブルコンピュータ用のトランシーバに適用することにより、従来のように電線を使用しない通信、無線による他システムと混信のない通信、大地グラウンドに

依存しない通信をウェアラブルコンピュータ間で適確に行うことができるとともに、また平行光を電気光学素子内で反射させているため、電界の影響を受ける光路長が長くなり、レーザ光は多くの偏光変化を受け、大きな信号を得ることができ、電気光学素子を小型にしても十分な感度が得られ、装置の小型化と低コスト化が可能となる。

【0010】また、請求項2記載の本発明は、請求項1記載の本発明において、前記アイソレータが、前記コリメートレンズからの平行光を通過させるとともに、電気光学素子からの反射光からP波またはS波を分離して光の強度変化に変換する第1の検光子と、該第1の検光子を通過したコリメートレンズからの平行光および電気光学素子からの反射光の偏光状態を調整する第1の波長板と、該第1の波長板で偏光状態を調整された平行光および電気光学素子からの反射光の偏光面を回転させるファラディ素子と、該ファラディ素子と電気光学素子との間に設けられ、ファラディ素子からの平行光を電気光学素子に通過させるとともに、電気光学素子からの反射光からS波またはP波を分離して光の強度変化に変換する第2の検光子とを有することを要旨とする。

【0011】請求項3記載の本発明は、請求項2記載の本発明において、前記第1および第2の検光子が、偏光ビームスプリッタであることを要旨とする。

【0012】更に、請求項4記載の本発明は、請求項1または2記載の本発明において、前記アイソレータと電気光学素子との間に設けられ、平行光の偏光状態を調整する第2の波長板、および前記アイソレータで分離されたP波およびS波のうちの他方を電気信号に変換する第2の光電気変換手段のうち少なくとも1つ以上を有することを要旨とする。

【0013】請求項5記載の本発明は、請求項1乃至4のいずれか1つに記載の本発明において、前記電気光学素子の側面に設けられ、前記第1の電極に対してグランド電極として機能する第2の電極を更に有することを要旨とする。

【0014】また、請求項6記載の本発明は、請求項1乃至4のいずれか1つに記載の本発明において、前記第1の電極が設けられている前記他方の端面に対向する一方の端面である平行光の入射端面に設けられ、前記第1の電極に対してグランド電極として機能し、平行光を透過させ得る透明な第2の電極を更に有することを要旨とする。

【0015】更に、請求項7記載の本発明は、電界伝達媒体に誘起されて伝達されてくる電界を検出して電気信号に変換する電界検出光学装置であって、単一波長の光を発生する光源と、この光源からの光を平行光にするコリメートレンズと、該コリメートレンズからの平行光を入射され、かつ結合される電界に感応して光学特性が変化する電気光学素子と、該電気光学素子の前記平行光の

入射する端面または該入射端面に対向する端面の一方に設けられ、電界伝達媒体に誘起された電界を前記電気光学素子に結合させるとともに、平行光を透過させ得る透明な第1の電極と、前記電気光学素子を通過した平行光をP波とS波に分離し、光の強度変化に変換する検光子と、該検光子で分離されたP波およびS波のうち少なくとも一方を電気信号に変換する第1の光電気変換手段とを有することを要旨とする。

【0016】請求項7記載の本発明にあつては、電界伝達媒体に誘起されて伝達されてくる電界を第1の電極を介して電気光学素子に結合させ、この電気光学素子に対して平行光を入射させ、この電気光学素子から出射した平行光を検光子でP波とS波に分離して光の強度変化に変換し、P波およびS波のうち少なくとも一方を電気信号に変換して出力するので、例えばウェアラブルコンピュータ用のトランシーバに適用することにより、従来のように電線を使用しない通信、無線による他システムと混信のない通信、大地グランドに依存しない通信をウェアラブルコンピュータ間で適確に行うことができる。

【0017】請求項8記載の本発明は、電界伝達媒体に誘起されて伝達されてくる電界を検出して電気信号に変換する電界検出光学装置であって、単一波長の光を発生する光源と、この光源からの光を平行光にするコリメートレンズと、該コリメートレンズからの前記平行光を入射され、多重反射させて出射するとともに、結合される電界に感応して光学特性が変化する電気光学素子と、該電気光学素子の前記平行光の入射する端面または該入射端面に対向する端面の一方に設けられ、電界伝達媒体に誘起された電界を電気光学素子に結合させるための第1の電極と、前記電気光学素子より出射した前記平行光をP波とS波に分離しかつ光の強度変化に変換する検光子と、該検光子で分離されたP波およびS波のうち少なくとも一方を電気信号に変換する第1の光電気変換手段とを有することを要旨とする。

【0018】請求項8記載の本発明にあつては、電界伝達媒体に誘起されて伝達されてくる電界を第1の電極を介して電気光学素子に結合させ、この電気光学素子に対して入射して多重反射を行い、この電気光学素子から出射した平行光を検光子でP波とS波に分離して光の強度変化に変換し、P波およびS波のうち少なくとも一方を電気信号に変換して出力するので、例えばウェアラブルコンピュータ用のトランシーバに適用することにより、従来のように電線を使用しない通信、無線による他システムと混信のない通信、大地グランドに依存しない通信をウェアラブルコンピュータ間で適確に行うことができるとともに、また平行光を電気光学素子内で多重反射させているため、電界の影響を受ける光路長が長くなり、レーザ光は多くの偏光変化を受け、大きな信号を得ることができ、電気光学素子を小型にしても十分な感度が得られ、装置の小型化と低コスト化が可能となる。

【0019】また、請求項9記載の本発明は、請求項7または8記載の発明において、前記コリメートレンズと電気光学素子との間に設けられ、コリメートレンズからの平行光の偏光状態を調整する第1の波長板、前記電気光学素子の平行光の入射する端面または該入射端面に対向する端面の他方に設けられ、前記第1の電極に対してグラウンド電極として機能する第2の電極、前記電気光学素子と検光子との間に設けられ、電気光学素子を通過した平行光の偏光状態を調整する第2の波長板、および前記検光子で分離されたP波およびS波のうちの他方を電気信号に変換する第2の光電気変換手段のうち少なくとも1つ以上を更に有することを要旨とする。

【0020】請求項10記載の本発明は、請求項7乃至9のいずれか1つに記載の本発明において、前記検光子が、偏光ビームスプリッタであることを要旨とする。

【0021】更に、請求項11記載の本発明は、請求項1乃至10のいずれか1つに記載の本発明において、前記光源が、単一波長光を発生する発光ダイオードまたはレーザ光を発生するレーザ光源であることを要旨とする。

【0022】請求項12記載の本発明は、請求項1乃至11のいずれか1つに記載の本発明において、前記電気光学素子の対向しない2つの側面が、前記平行光の進行方向に対して斜め加工を施されて形成された傾斜部を有することを要旨とする。

【0023】請求項12記載の本発明にあつては、電気光学素子の対向しない2つの側面は平行光の進行方向に対して斜め加工を施されているため、電気光学素子の逆圧電効果による共振を適確に防止し、周波数特性を平坦にし、波形が歪んで通信エラーが発生することを防止することができる。

【0024】また、請求項13記載の本発明は、請求項1乃至12のいずれか1つに記載の本発明において、前記電気光学素子が、前記平行光の進行方向と平行な電界またはほぼ平行な電界に感応して光学特性が変化することを要旨とする。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係る電界検出光学装置の構成を示す図である。同図に示す電界検出光学装置11は、図7に示すようにウェアラブルコンピュータ1を電界伝達媒体である生体100に装着して、他のウェアラブルコンピュータやデータ通信装置とデータ通信を可能とするために使用されるトランシーバ3における電界検出光学部110として使用されるものである。

【0026】具体的には、図7に示すトランシーバ3は、ウェアラブルコンピュータ1から入力される送信データに基づく電界を生体100に誘起し、この誘起した電界を用いてデータの送受信を行うものであり、ウェア

ラブルコンピュータ1からの送信データを入出力(I/O)回路101を介して受け取ると、この送信データを送信回路103を介して送信電極105に供給し、該送信電極105を介して生体100に電界を誘起させ、この電界を生体100を介して生体100の他の部位に伝達させる。

【0027】また、図7に示すトランシーバ3は、生体100の他の部位に装着された別のトランシーバから生体100に誘起させられて伝達されてくる電界を受信電極107で検出し、この電界を電界検出光学部110に結合して電気信号に変換する。この電気信号は、信号処理回路109で増幅、雑音除去、波形整形などの信号処理を施され、入出力回路101を介してウェアラブルコンピュータ1に出力されるようになっている。

【0028】上述したトランシーバ3においては、図1に示す本発明の第1の実施形態の電界検出光学装置11から構成される電界検出光学部110は、生体100に誘起されて伝達され、受信電極107を介して結合される電界を検出し、電気信号に変換して信号処理回路109に出力するように機能するものである。

【0029】この電界検出光学部110を有するトランシーバ3を用いて、図8に示すように生体にウェアラブルコンピュータ1を取り付けた場合には、トランシーバ3はウェアラブルコンピュータ1からの送信情報に基づいて生体に電界を誘起し、図8で矢印付き波線で示すように相手のトランシーバ3に伝達し、これにより各ウェアラブルコンピュータ1はトランシーバ3を介してデータ通信を行なうようになっている。また、図8において手先や足先に設けられたトランシーバ3a、3bは、他のトランシーバ3を介してウェアラブルコンピュータ1から伝達されてくる電界を検出すると、この電界を電気信号に変換し、ケーブルを介してパソコン(PC)5に送信し、またパソコン5からケーブルを介して受信した送信情報を電界として生体に誘起して他のトランシーバ3に伝達するようになっている。

【0030】次に、図1を参照して、図7のトランシーバ3に使用される電界検出光学部110を構成する第1の実施形態の電界検出光学装置11について詳細に説明する。

【0031】図1に示す電界検出光学装置11は、レーザ光と電気光学結晶を用いた電気光学的手法により電界を検出するものであり、レーザ光源を構成するレーザダイオード21および電気光学結晶からなる電気光学素子23を有する。なお、本実施形態の電気光学素子23は、図1において拡大して枠内に図示するように、レーザダイオード21からのレーザ光の進行方向と平行な方向に結合される電界にのみ感度を有し、この電界強度によって光学特性、すなわち複屈折率が変化し、この複屈折率の変化によりレーザ光の偏光が変化する縦型電気光学素子で構成されている。なお、本実施形態では、レー

ザダイオード 21 から出力されるレーザ光を用いているが、本発明はレーザ光に限られるものでなく、単一波長光を発生するものであればよく、例えば発光ダイオード (LED) でもよいものであり、このことは後述する他の実施形態のすべてに適用し得ることである。

【0032】また、電気光学素子 23 は、例えば角柱の形状を有することが好ましくも、角柱に限定されるものでなく、他の形状、例えば円柱などでもよいものである。

【0033】レーザダイオード 21 からのレーザ光は、
10 コリメートレンズ 33 で平行光にされ、第 1 の偏光ビームスプリッタ 53、 $\lambda/2$ 波長板を構成する第 1 の波長板 55、ファラディ素子 57、第 2 の偏光ビームスプリッタ 59 からなるアイソレータ 61 を通過し、更に第 2 の波長板 63 でレーザ光の偏光状態を調整されて電気光学素子 23 に入射するようになっている。なお、偏光ビームスプリッタ 53、59 は検光子を構成するものであり、偏光子またはポラライザとも称する。

【0034】電気光学素子 23 のレーザ光が入射する端面に対向する他方の端面には金属ミラーからなる第 1 の
20 電極 25 が設けられ、この第 1 の電極 25 により電気光学素子 23 に入射したレーザ光を入射方向と反対方向に反射するようになっている。また、第 1 の電極 25 は、図 7 に示した受信電極 107 を構成する信号電極 29 に接続され、この信号電極 29 で生体 100 に誘起されて伝達されてくる電界を検出し、この電界を第 1 の電極 25 を介して電気光学素子 23 に結合させるようになっている。

【0035】アイソレータ 61 を構成する第 1 の偏光ビームスプリッタ 53 は、コリメートレンズ 33 からのレーザ光を通過させるとともに、電気光学素子 23 からの反射光から P 波または S 波を分離して光の強度変化に変換して第 1 の集光レンズ 41a に入射し、また $\lambda/2$ 波長板を構成する第 1 の波長板 55 は、第 1 の偏光ビームスプリッタ 53 を通過したコリメートレンズ 33 からのレーザ光および電気光学素子 23 からの反射光の偏光状態を調整し、更にファラディ素子 57 は、第 1 の波長板 55 で偏光状態を調整されたレーザ光および電気光学素子 23 からの反射光の偏光面を回転させ、そして第 2 の偏光ビームスプリッタ 59 は、ファラディ素子 57 からのレーザ光を電気光学素子 23 に通過させるとともに、電気光学素子 23 からの反射光から S 波または P 波を分離して光の強度変化に変換して第 2 の集光レンズ 41b に入射させるようになっている。

【0036】更に詳しくは、アイソレータ 61 は、コリメートレンズ 33 からのレーザ光を通過させ、第 2 の波長板 63 でレーザ光の偏光状態を調整して電気光学素子 23 に入射させ、この入射したレーザ光が電気光学素子 23 内を伝播する場合に、信号電極 29 が生体 100 に誘起されて伝達されてくる電界を検出し、この電界が第

1 の電極 25 を介して電気光学素子 23 に結合されたとすると、この電界はレーザダイオード 21 から電気光学素子 23 に入射したレーザ光の進行方向と平行であるため、電気光学素子 23 の光学特性である複屈折率が変化し、これによりレーザ光の偏光が変化するが、このように電界によって光学特性の変化した電気光学素子 23 内を通過して偏光状態の変化したレーザ光は反射膜 (第 1 の電極 25) に至って反射され、電気光学素子 23 内を反対方向に戻る場合にも同様に偏光状態が変化して電気光学素子 23 から入射方向と逆方向に出射する。この電気光学素子 23 から出射したレーザ光は、アイソレータ 61 に入射し、アイソレータ 61 の第 1、第 2 の偏光ビームスプリッタ 53、59 で P 波と S 波に分離され、光の強度変化に変換されて出射するようになっている。

【0037】このようにアイソレータ 61 の第 1、第 2 の偏光ビームスプリッタ 53、59 からそれぞれ出射する P 波成分および S 波成分のレーザ光は、第 1、第 2 の集光レンズ 41a、41b で集光されて第 1、第 2 のフォトダイオード 43a、43b に入射し、電気信号に変換されて出力されるようになっている。なお、上記実施形態では、第 1、第 2 の偏光ビームスプリッタ 53、59 で分離された P 波成分および S 波成分は、それぞれ第 1、第 2 のフォトダイオード 43a、43b で両方とも電気信号に変換されて出力されるようになっているが、第 1、第 2 のフォトダイオード 43a、43b および第 1、第 2 の集光レンズ 41a、41b はいずれか一方のみを設け、P 波成分、S 波成分のうちの一方のみを電気信号に変換して出力してもよいものである。このことは後述する他の実施形態のすべてに適用し得ることである。

【0038】上述したように第 1、第 2 のフォトダイオード 43a、43b から出力される電気信号は、図 7 に示す信号処理回路 109 で増幅、雑音除去、波形整形などの信号処理を施されてから、入出力回路 101 を介してウェアラブルコンピュータ 1 に供給されることになる。

【0039】本実施形態では、レーザ光は反射膜 (第 1 の電極 25) で反射されて電気光学素子 23 内を往復して電界の影響を受ける光路長が長くなり、レーザ光は多くの偏光変化を受け、大きな信号を得ることができる。従って、電気光学素子を小型にしても十分な感度を得られ、装置の小型化と低コスト化が可能となる。

【0040】次に、図 2 を参照して、本発明の第 2 の実施形態に係る電界検出光学装置について説明する。

【0041】図 2 に示す電界検出光学装置 12 は、図 1 に示した電界検出光学装置 11 において電気光学素子 23 の対向しない 2 つの側面 23a および 23b (図 2 において拡大して枠内に図示) をレーザ光の進行方向に対して斜め加工して傾斜部を形成した点が異なるのみであり、その他の構成および作用は同じである。

【0042】電気光学素子 23 は、電界が加わると、電気光学素子 23 を構成する結晶が物理的に歪むという逆圧電効果という現象が発生する。この逆圧電効果による歪みによりレーザ光の偏光は変化するが、この変化は通常少ない。ところが、電界がある周波数で変化すると、電気光学素子 23 の物理的な歪みも周波数とともに変化し、この変化が結晶の対向面の距離と共振したとき、大きな効果が発生し、偏光変化が極めて大きくなる。このような共振が発生すると、波形が歪み、通信エラーとなる。

【0043】従って、図 2 に示した第 2 の実施形態の電界検出光学装置 12 は、このような逆圧電効果による共振を防止するために、電気光学素子 23 の対向しない 2 つの側面 23 a, 23 b を斜めに加工し、これにより共振しないように構成しているものである。なお、レーザ光の進行方向に対する斜め角度は、 $0.5^{\circ} \sim 1.0^{\circ}$ が好ましい。このように電気光学素子 23 の側面 23 a, 23 b を斜め加工して共振を防止することにより、周波数特性を平坦にすることができ、波形が歪んで通信エラーが発生することを適確に防止し得るものである。

【0044】次に、図 3 を参照して、本発明の第 3 の実施形態に係る電界検出光学装置について説明する。

【0045】図 3 に示す電界検出光学装置 13 は、図 1 に示した電界検出光学装置において電気光学素子 23 の 1 つの側面に第 2 の電極 27 を設け、この第 2 の電極 27 をグランド電極 31 に接続し、第 1 の電極 25 に対してグランド電極として機能するように構成した点が異なるものであり、その他の構成および作用は同じである。

【0046】第 2 の電極 27 は、グランド電極 31 を介して例えばトランシーバ 3 の電池に接続されたり、または大きめの金属などに接続することによりグランドとして機能し、第 1 の電極 25 から電気光学素子 23 への電界の結合を良好にすることができるものである。

【0047】図 4 は、本発明の第 4 の実施形態に係る電界検出光学装置の構成を示す図である。

【0048】同図に示す第 4 の実施形態の電界検出光学装置 14 は、図 1 に示した電界検出光学装置 11 において電気光学素子 23 と第 2 の波長板 63 との間に例えば ITO (Indium Tin Oxide) などからなる透明な第 2 の電極 27 a を設け、この第 2 の電極 27 a をグランド電極 31 に接続し、第 1 の電極 25 に対してグランド電極として機能するように構成した点が異なるものであり、その他の構成および作用は同じである。

【0049】第 2 の電極 27 a は、図 3 の実施形態と同様に、グランド電極 31 を介して例えばトランシーバ 3 の電池に接続されたり、または大きめの金属などに接続することによりグランドとして機能し、第 1 の電極 25 から電気光学素子 23 への電界の結合を良好にすることができるものである。なお、第 2 の電極 27 a は、透明に形成されているため、レーザダイオード 21 からのレ

ーザ光や電気光学素子 23 からの反射光をそのまま透過させ得るものである。

【0050】次に、図 5 を参照して、本発明の第 5 の実施形態に係る電界検出光学装置について説明する。

【0051】図 5 に示す電界検出光学装置 15 は、図 1 に示した第 1 の実施形態の電界検出光学装置 11 と同様にレーザダイオード 21 および電気光学素子 23 を有し、電気光学的手法により電界を検出する点は同じであるが、図 1 の電界検出光学装置 11 ではレーザ光が電気光学素子 23 の他方の端面に設けられた反射膜（第 1 の電極 25）によって反射され、電気光学素子 23 内を往復する反射タイプのものであったのに対して、図 5 の電界検出光学装置 15 はレーザダイオード 21 からのレーザ光が電気光学素子 23 を透過するタイプのものである点が大きく異なる。なお、電気光学素子 23 はレーザ光の進行方向と平行な電界にのみ感度を有し、結合した電界強度によって光学特性が変化することは同じである。

【0052】図 5 に示す実施形態では、レーザダイオード 21 からのレーザ光は、コリメートレンズ 33 で平行光にされてから、第 1 の波長板 35 で偏光状態を調整されて電気光学素子 23 に入射するが、この場合、電気光学素子 23 においてレーザ光に対して平行な電界を電気光学素子 23 内に発生させるために、電気光学素子 23 の入射端面とこの入射端面に対向する他方の端面である出射端面の両方には例えば ITO などからなる透明な第 1 の電極 25 a および第 2 の電極 27 b が設けられ、レーザダイオード 21 からの前記レーザ光を透明な第 1 の電極 25 a を介して電気光学素子 23 に入射するようになっている。

【0053】第 1 の電極 25 a および第 2 の電極 27 b は、それぞれ信号電極 29 およびグランド電極 31 に接続されている。信号電極 29 は、図 7 に示した受信電極 107 を構成するものであり、生体 100 に誘起されて伝達されてくる電界を検出すると、この電界を第 1 の電極 25 a に伝達し、第 1 の電極 25 a を介して電気光学素子 23 に電界を結合するようになっている。第 2 の電極 27 b は、グランド電極 31 を介して例えばトランシーバ 3 の電池に接続されたり、または大きめの金属などに接続することにより第 1 の電極 25 a に対してグランド電極として機能し、第 1 の電極 25 a から電気光学素子 23 への電界の結合を良好にすることができるものであるが、第 2 の電極 27 b およびグランド電極 31 は必ずしも必要なものではない。

【0054】なお、第 1 の電極 25 a および第 2 の電極 27 b は、本実施形態では電気光学素子 23 の入射端面に設けられている第 1 の電極 25 a が信号電極 29 に接続され、該信号電極 29 から第 1 の電極 25 a を介して電気光学素子 23 に電界を結合し、また出射端面に設けられている第 2 の電極 27 b がグランド電極 31 に接続されているように構成されている構成について説明して

いるが、第1の電極25aと第2の電極27bが逆であってもよい。すなわち、第2の電極27bが信号電極29に接続され、該信号電極29から第2の電極27bを介して電気光学素子23に電界を結合し、第1の電極25aがグランド電極31に接続されてもよいものである。

【0055】電気光学素子23内に入射したレーザ光は、電気光学素子23内を射出端面の第2の電極27bに向かって伝播するが、このレーザ光の伝播中において上述したように信号電極29が生体100に誘起されて伝達されてくる電界を検出し、この電界を第1の電極25aを介して電気光学素子23に結合したとすると、この電界は第1の電極25aからグランド電極31に接続されている第2の電極27bに向かって形成されて、レーザダイオード21から電気光学素子23に入射したレーザ光の進行方向に平行であるため、電気光学素子23の光学特性である複屈折率が変化し、これによりレーザ光の偏光が変化する。

【0056】このように電気光学素子23において第1の電極25aからの電界によって偏光が変化したレーザ光は、電気光学素子23から射出して、透明な第2の電極27bを透過し、それから第2の波長板37で偏光状態を調整されて、検光子を構成する偏光ビームスプリッタ39に入射する。

【0057】偏光ビームスプリッタ39は、第2の波長板37から入射されたレーザ光をP波およびS波に分離して、光の強度変化に変換する。この偏光ビームスプリッタ39でP波成分およびS波成分に分離されたレーザ光は、それぞれ第1、第2の集光レンズ41a、41bで集光されてから、光電気変換手段を構成する第1、第2のフォトダイオード43a、43bに供給され、第1、第2のフォトダイオード43a、43bにおいてP波光信号とS波光信号をそれぞれの電気信号に変換して出力するようになっている。

【0058】上述したように第1、第2のフォトダイオード43a、43bから出力される電気信号は、図7に示す信号処理回路109で増幅、雑音除去、波形整形などの信号処理を施されてから、入出力回路101を介してウェアラブルコンピュータ1に供給されることになる。

【0059】また、図5に示した実施形態の電界検出光学装置15に対しては、上述した図2の実施形態と同様に、電気光学素子23の対向しない2つの側面をレーザ光の進行方向に対して斜め加工して傾斜部を形成し、これにより電気光学素子23の逆圧電効果による共振を防止して、周波数特性を平坦にし、波形が歪んで通信エラーが発生することを防止するように構成することも可能であることは勿論のことである。

【0060】次に、図6を参照して、本発明の第6の実施形態に係る電界検出光学装置について説明する。

【0061】図6に示す電界検出光学装置16は、図5に示した第5の実施形態の電界検出光学装置15と同様にレーザダイオード21および電気光学素子23を有し、電気光学的手法により電界を検出する点は同じであるが、図5の電界検出光学装置15ではレーザ光が電気光学素子23をまっすぐに透過するタイプのものであったのに対して、図6に示す電界検出光学装置16は、レーザ光が電気光学素子23内で多重反射を行いながら透過する多重反射透過タイプの電界検出光学装置である点が図5の電界検出光学装置15と大きく異なるものである。なお、電気光学素子23はレーザ光の進行方向と平行な電界にのみ感度を有し、結合した電界強度によって光学特性が変化することは基本的に同じであるが、レーザ光の進行方向と電界の方向は正確に平行である必要はなく、図6に示すようにほぼ平行であればよく、すなわち若干平行からずれていてもよいものである。

【0062】このようにレーザ光を電気光学素子23内で多重反射させるとともに、この多重反射するレーザ光の進行方向に対して電界をほぼ平行に結合させるために、図6の電界検出光学装置16は、レーザ光が入射する端面とこの端面に対向する他方の端面に金属ミラーからなる第1の電極25および第2の電極27が設けられ、レーザダイオード21から入射したレーザ光は第1の電極25と第2の電極27との間で多重反射されてから射出するようになっている。また、第1の電極25および第2の電極27は、上記実施形態と同様にそれぞれ信号電極29およびグランド電極31に接続されている。なお、本実施形態では、レーザ光の入射する端面に第2の電極27が設けられ、対向する他方の端面に第1の電極25が設けられているが、これは逆でもよい。また、レーザ光の射出端面は入射端面と同じ端面側になっているが、他方の端面でもよい。

【0063】図6に示す実施形態において、レーザダイオード21からのレーザ光は、コリメートレンズ33で平行光にされてから、第1の波長板35で偏光状態を調整され、電気光学素子23に入射する。この入射においては、レーザ光は、第2の電極27が設けられている入射端面の例えば縁部に近い一部から、第1、第2の電極25、27間の電界にほぼ平行であるように第1の電極25に向けて電気光学素子23に入射され、第1の電極25で同様に電界にほぼ平行な方向に反射され、この反射レーザ光は更に第2の電極27で電界にほぼ平行な方向に反射されるという動作を図示のように繰り返して多重反射し、最後は第2の電極27が設けられている側の入射端面の縁部に近い一部から外部に射出する。

【0064】このようにレーザ光が電気光学素子23内で多重反射する間に、信号電極29が生体100に誘起されて伝達されてくる電界を検出し、この電界を第1の電極25を介して電気光学素子23に結合したとすると、この電界は第1の電極25からグランド電極31に

接続されている第2の電極27に向かって形成されて、レーザダイオード21から電気光学素子23に入射して多重反射するレーザ光の進行方向である多重反射方向にほぼ平行であるため、電気光学素子23の光学特性である複屈折率が変化し、これにより多重反射するレーザ光の偏光が変化する。

【0065】このように多重反射しながら偏光状態が変化し電気光学素子23から出射したレーザ光は、第2の波長板37で偏光状態を調整され、検光子を構成する偏光ビームスプリッタ39に入射する。偏光ビームスプリッタ39は第2の波長板37から入射されたレーザ光をP波およびS波に分離して、光の強度変化に変換する。このP波成分およびS波成分に分離されたレーザ光は、それぞれ第1、第2の集光レンズ41a、41bで集光されてから、第1、第2のフォトダイオード43a、43bに供給され、第1、第2のフォトダイオード43a、43bにおいてP波光信号とS波光信号をそれぞれの電気信号に変換して出力するようになっている。

【0066】本実施形態では、レーザ光は電気光学素子23内で多重反射して電界の影響を受ける光路長が長くなっていて、レーザ光は多くの偏光変化を受けるため、大きな信号を得ることができる。従って、電気光学素子を小型にしても十分な感度が得られるので、装置の小型化と低コスト化が可能となる。

【0067】また、図6に示した実施形態の電界検出光学装置16に対しては、上述した図2の実施形態と同様に、電気光学素子23の対向しない2つの側面をレーザ光の進行方向に対して斜め加工して傾斜部を形成し、これにより電気光学素子23の逆圧電効果による共振を防止して、周波数特性を平坦にし、波形が歪んで通信エラーが発生することを防止するように構成することも可能である。

【0068】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、電界伝達媒体に誘起されて伝達されてくる電界を第1の電極を介して電気光学素子に結合させ、この電気光学素子に対して平行光を入射して反射または多重反射を行い、この電気光学素子から出射した平行光をアイソレータでP波とS波に分離して光の強度変化に変換し、P波およびS波のうち少なくとも一方を電気信号に変換して出力するので、例えばウェアラブルコンピュータ用のトランシーバに適用することにより、電線を使用しない通信、無線による他システムと混信のない通信、大地グラウンドに依存しない通信をウェアラブルコンピュータ間で適確に行うことができるとともに、また平行光を電気光学素子内で反射させているため、電界の影響を受ける光路長が長くなり、レーザ光は多くの偏光変化を受け、大きな信号を得ることができ、電気光学素子を小型にしても十分な感度が得られるので、装置の小型化と低コスト化が可能となる。

【0069】また、本発明によれば、電界伝達媒体に誘起されて伝達されてくる電界を第1の電極を介して電気光学素子に結合させ、この電気光学素子に対して平行光を入射して透過させ、この電気光学素子から出射した平行光を検光子でP波とS波に分離して光の強度変化に変換し、P波およびS波のうち少なくとも一方を電気信号に変換して出力するので、例えばウェアラブルコンピュータ用のトランシーバに適用することにより、従来のように電線を使用しない通信、無線による他システムと混信のない通信、大地グラウンドに依存しない通信をウェアラブルコンピュータ間で適確に行うことができる。

【0070】更に、本発明によれば、電気光学素子の対向しない2つの側面は平行光の進行方向に対して斜め加工を施されているので、電気光学素子の逆圧電効果による共振を適確に防止し、周波数特性を平坦にし、波形が歪んで通信エラーが発生することを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る電界検出光学装置の構成を示す図である。

【図2】本発明の第2の実施形態に係る電界検出光学装置の構成を示す図である。

【図3】本発明の第3の実施形態に係る電界検出光学装置の構成を示す図である。

【図4】本発明の第4の実施形態に係る電界検出光学装置の構成を示す図である。

【図5】本発明の第5の実施形態に係る電界検出光学装置の構成を示す図である。

【図6】本発明の第6の実施形態に係る電界検出光学装置の構成を示す図である。

【図7】ウェアラブルコンピュータを生体に取り付けるためのトランシーバであって、本発明の電界検出光学装置が適用されるトランシーバの回路構成を示すブロック図である。

【図8】トランシーバを介してウェアラブルコンピュータを人間に装着して使用する場合の例を示す説明図である。

【符号の説明】

1 ウェアラブルコンピュータ

3 トランシーバ

11, 12, 13, 14, 15, 16 電界検出光学装置

21 レーザダイオード

23 電気光学素子

25, 25a 第1の電極

27, 27a, 27b 第2の電極

29 信号電極

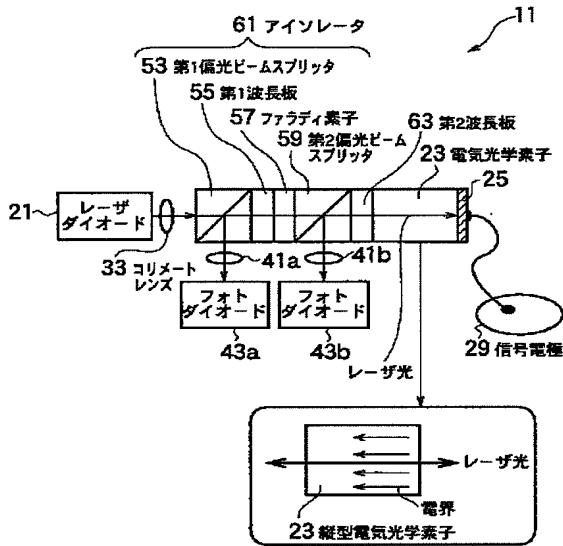
31 グラウンド電極

33 コリメートレンズ

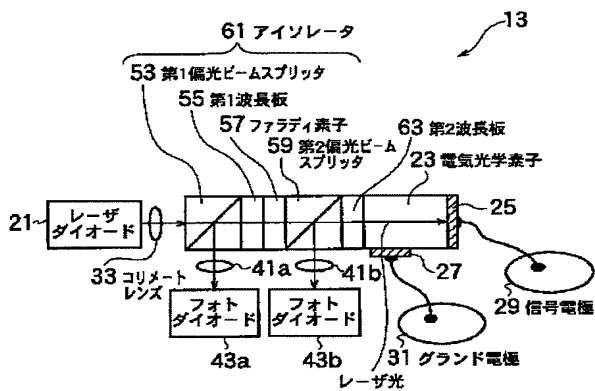
35 第1の波長板

- 37 第2の波長板
- 39 偏光ビームスプリッタ
- 41 a, 41 b 第1、第2の集光レンズ
- 43 a, 43 b 第1、第2のフォトダイオード
- 53 第1の偏光ビームスプリッタ
- 55 第1の波長板 ($\lambda/2$ 波長板)

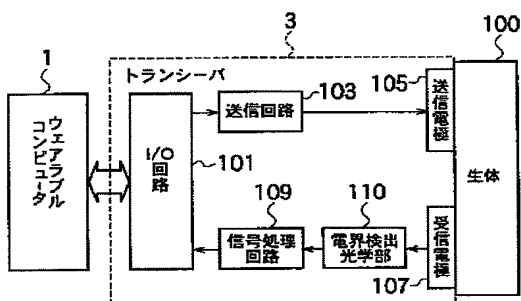
【図1】



【図3】



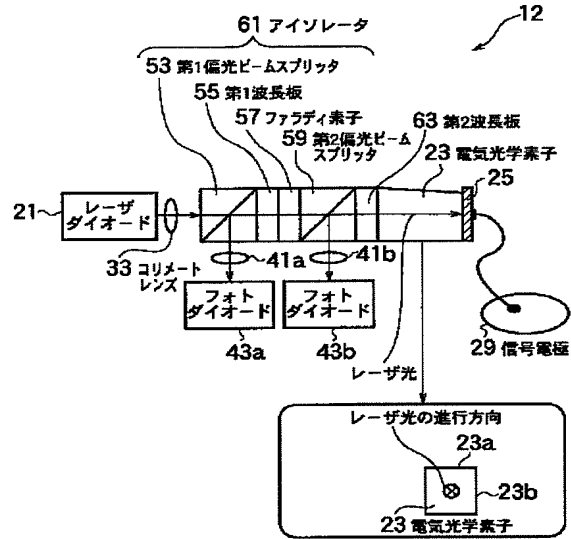
【図7】



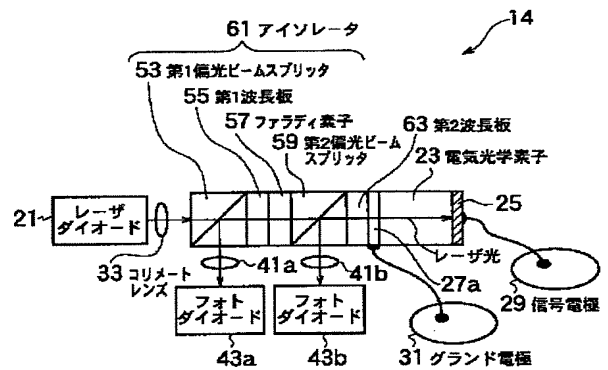
- * 57 ファラディ素子
- 59 第2の偏光ビームスプリッタ
- 61 アイソレータ
- 100 生体
- 110 電界検出光学部

*

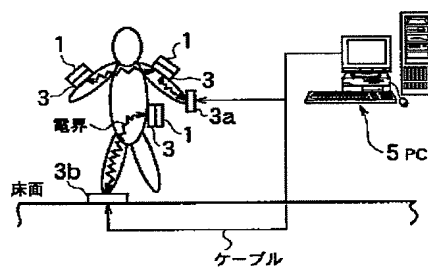
【図2】



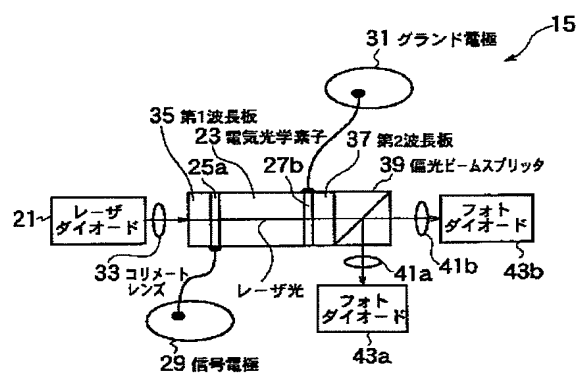
【図4】



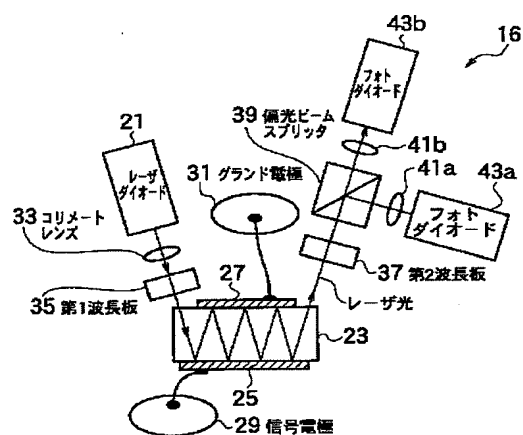
【図8】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H04B 10/152

識別記号

F I

テーマコード (参考)